



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 199 16 489 C 2

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 60 K 6/02

21 Aktenzeichen: 199 16 489.4-22  
22 Anmeldetag: 13. 4. 1999  
43 Offenlegungstag: 26. 10. 2000  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 20. 6. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

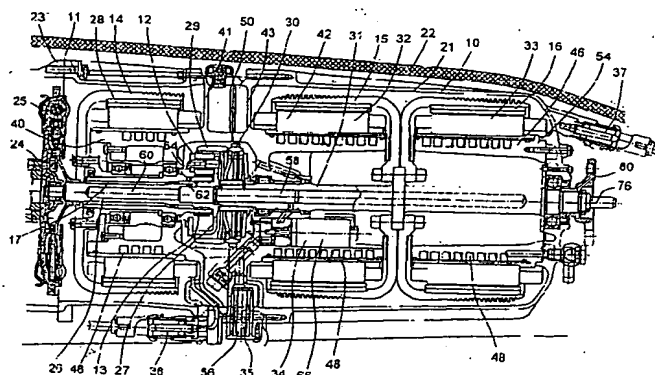
72 Erfinder:  
Boll, Wolf, Dr., 71384 Weinstadt, DE; Antony, Peter,  
73547 Lorch, DE; Straub, Heinrich, 70327 Stuttgart,  
DE; Leonhardt, Michael, 70439 Stuttgart, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	195 05 027 C1
DE	43 22 676 C2
DE	196 18 865 A1
DE	196 06 771 A1
DE	41 24 479 A1
FR	26 79 839 A1
EP	8 21 187 A2
EP	8 06 316 A1
WO	94 19 856

54 Hybridantrieb für Kraftfahrzeuge

57 Hybridantrieb für Kraftfahrzeuge, enthaltend eine von einem Fahrtriebs-Hauptmotor antreibbare Eingangswelle (26), eine dazu axiale Abtriebswelle (31), mindestens zwei koaxial zur Rotationsachse der beiden Wellen angeordnete elektrische Maschinen (28, 32, 33), von welchen mindestens eine alternativ als Generator oder als Elektromotor betreibbar ist, mindestens ein koaxial zu der Rotationsachse der beiden Wellen angeordnetes Leistungsverzweigungsgetriebe (12) als Antriebsverbindung zwischen der Eingangswelle (26), mindestens einer der elektrischen Maschinen und der Abtriebswelle (31), dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der elektrischen Maschinen (28, 32, 33) als Außenläufer ausgebildet sind, deren Rotoren (14, 15, 16) eine offene Stirnseite, durch welche ein Halteabschnitt (41, 43, 54) ihrer Statoren (40, 42, 46) hindurchragt zur nicht-rotierbaren Positionierung der Statoren, und eine Verbindungs-Stirnseite aufweisen; auf welcher ein Antriebsverbindungsteil der Rotoren sich radial bis vor eine Stirnseite des zugehörigen Stators erstreckt, und daß die mindestens zwei elektrischen Maschinen (28, 32, 33) je entgegengesetzt zueinander angeordnet sind, so daß je entweder zwei offene Stirnseiten oder zwei mit einem Antriebsverbindungsteil versehene Stirnseiten der Rotoren (14, 15, 16) einander axial gegenüberliegen, und daß das Leistungsverzweigungsgetriebe (12) auf derjenigen Seite einer (32) der elektrischen Maschinen angeordnet ist, auf welcher sich deren offene Stirnseite und die Eingangswelle (26) befinden.



DE 199 16 489 C 2

DE 199 16 489 C 2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hybridantrieb für Kraftfahrzeuge gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Ein Hybridantrieb dieser Art ist aus der EP 0 821 187 A2 bekannt. Zwischen zwei Elektromotoren, die als Innenläufer ausgebildet sind (Rotor radial innerhalb des Stators) ist axial ein Planetengetriebe angeordnet. Die DE 195 05 027 C1 zeigt zwischen einem Kraftfahrzeugmotor und einer elektrischen Maschine, welche als Innenläufer ausgebildet ist, ein Verteilergetriebe. Die träge Masse des Rotors ist bei Getriebe-Schaltvorgängen abkuppelbar, um den Schaltvorgang zu erleichtern und um Synchronisierrichtungen des Getriebes zu schonen. Die Massenträgheitsmomente werden allerdings noch größer, wenn anstatt eines Innenläufers ein Außenläufer verwendet wird, was in der Schrift ebenfalls als Möglichkeit angegeben ist. Die DE 196 18 865 A1 zeigt einen Hybridantrieb einer als Außenläufer ausgebildeten elektrischen Maschine. Deren Stator wird von einem Statorträger gehalten, in welchem Kühlkanäle für Kühlflüssigkeit vorgesehen sind. Die FR 2 679 839 A1 zeigt einen Hybridantrieb mit einem Planetenträger, welcher radial innerhalb des Rotors einer elektrischen Maschine angeordnet ist. Der Rotor befindet sich innerhalb eines Stators (Innenläufer).

[0003] Bei einem Hybridantrieb, welcher aus der DE 41 24 479 A1 bekannt ist, ist eine Brennkraftmaschine über eine ansteuerbare Kupplung 4 oder einen Freilauf mit einer Eingangswelle verbindbar, welche einen Innenläufer einer elektrischen Maschine trägt und mit dem Sonnenrad eines Planetengetriebes drehfest verbunden ist. Ein Planetenträger dieses Planetengetriebes ist mit einer Abtriebswelle zum Antrieb von Fahrzeugrädern antriebsmäßig verbunden. Ein Hohlrad des Planetengetriebes ist mit einem Innenläufer einer weiteren elektrischen Maschine antriebsmäßig verbunden, welche koaxial um die Abtriebswelle herum angeordnet ist, ohne mit dieser verbunden zu sein. Das Hohlrad ist außerdem über eine schaltbare Kupplung mit der Eingangswelle kuppelbar. Die elektrischen Maschinen sind je nach Betriebssituation als Generator oder als Elektromotor betreibbar. Die Statoren der beiden elektrischen Maschinen sind über Leistungsumrichter an einen elektrischen Energiespeicher angeschlossen, welchem sie bei Generatorbetrieb elektrischen Strom zuführen und bei Elektromotorbetrieb elektrischen Strom entnehmen können. Ein ähnlicher Hybridantrieb ist auch aus der DE 196 06 771 A1 bekannt. Ferner ist aus der WO 94/19856 ein Antriebsstrang bekannt, bei welchem eine elektrische Maschine mit einem Außenläufer und einem radial innerhalb von diesem angeordneten Stator vorgesehen ist. Der Außenläufer ist über eine Kupplungsvorrichtung wahlweise mit der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors und/oder der Eingangswelle eines Getriebes verbindbar.

[0004] Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, einen Hybridantrieb im Durchmesser und in der Länge so klein auszubilden, daß er universell als Standard-Baueinheit in Standard-Fahrzeugen untergebracht werden kann, ohne daß wesentliche Änderungen am Fahrzeuggrobbau erforderlich sind, und ohne daß ein nachteiliger Hitzestau oder Wärmeableitungsschwierigkeiten entstehen, wobei der Hybridantrieb vorzugsweise so schlank sein soll, daß er in einem engen Kardantunnel eines Kraftfahrzeuges untergebracht werden kann.

[0005] Der Hauptantriebsmotor ist somit in den meisten Fällen ein Verbrennungsmotor, kann jedoch auch eine andere Motorart sein.

[0006] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

[0007] Die Erfindung betrifft eine neue Kombination von Leistungsverzweigungsgtriebe und elektrischen Maschinen, welche in engen Räumen, beispielsweise in einem Kardantunnel eines Kraftfahrzeuges angeordnet werden kann, wo sowohl von dem Hybridantrieb als auch von benachbarten Teilen, wie insbesondere einem Fahrtriebs-Hauptmotor, Wärme entsteht, die sich in dem engen Raum staut und nur schwer ableitbar ist. Die als Außenläufer ausgebildeten elektrischen Maschinen ermöglichen in Kombination mit dem Leistungsverzweigungsgtriebe eine kompakte Bauweise und gleichzeitig eine gute Wärmeableitung, ohne in vielen Fällen ein Kühlgebläse zu benötigen. Der Außenläufer selbst wirkt als Kühlventilator.

[0008] Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0009] Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die Zeichnungen 3 anhand von bevorzugten Ausführungsformen als Beispiele beschrieben. In den Zeichnungen zeigen:

[0010] Fig. 1 einen Längsschnitt eines Hybridantriebes nach der Erfindung,

[0011] Fig. 2 einen Teil-Längsschnitt des Hybridantriebes von Fig. 1 in Kombination mit einem Nebenabtrieb,

[0012] Fig. 3 schematisch einen Antriebsstrang mit einer weiteren Variante eines Hybridantriebes nach der Erfindung.

[0013] Der in Fig. 1 dargestellte Hybridantrieb nach der Erfindung ist als eine Baueinheit oder Hybridbox 21 ausgebildet, welche in einem Gehäuse 10 alle wesentlichen Teile des Hybridantriebes enthält und als Teil eines Fahrtriebsstranges, vorzugsweise in einem Personenkraftwagen, dient. Die Hybridbox 21 kann in einem Kardantunnel 22 untergebracht werden und in dieser Form für einen Standardantrieb verwendet werden. Bei einem solchen Standardantrieb befindet sich links in Fig. 1 eine Schnittstelle 11 zu einem Motorgehäuse 23 eines Hauptmotors oder Fahrtriebsmotors, vorzugsweise eines Verbrennungsmotors, und dessen Kurbelwelle 24.

[0014] Die Kurbelwelle 24 treibt über einen Drehschwingungsdämpfer 25, vorzugsweise ein Zweimassenschwungrad, eine Eingangswelle 26, die mit einem Planetenträger 27 drehfest verbunden oder ein einstückiges Teil ist. Der Planetenträger 27 ist Teil eines Leistungsverzweigungsgtriebes in Form eines mindestens einstufigen Planetengetriebes 12. Ein zentrales Sonnenrad 13 des Planetengetriebes ist mit dem Außenrotor 14 einer als Außenläufer ausgebildeten ersten elektrischen Maschine 28 drehfest verbunden. Ein Hohlrad 29 des Planetengetriebes 12 und ein Parksperrenrad 30 stehen mit einer Abtriebswelle 31 in drehfester Verbindung.

[0015] Die Eingangswelle 26 und die Abtriebswelle 31 sind fluchtend zueinander angeordnet. Das Leistungsverzweigungsgtriebe 12 bildet eine Antriebsverbindung zwischen der Eingangswelle 26, der Abtriebswelle 31 und dem als Außenläufer ausgebildeten Rotor 14.

[0016] Eine zweite elektrische Maschine 32 und eine dritte elektrische Maschine 33 sind ebenfalls als Außenläufer ausgebildet. Ihre als Außenläufer ausgebildeten Rotoren 15 bzw. 16 sind mit der Abtriebswelle 31 drehfest verbunden oder verbindbar, entweder direkt entsprechend Fig. 1 oder über Drehschwingungsdämpfer. Die beiden Rotoren 15 und 16 der zweiten elektrischen Maschine 32 und der dritten elektrischen Maschine 33 sind an ihren voneinander abgewandten Stirnseiten offen und an ihren einander zugewandten Stirnseiten mit der Abtriebswelle 31 verbunden oder verbindbar.

[0017] Der Rotor 14, der ebenfalls als Außenläufer ausgebildeten ersten elektrischen Maschine 28 ist auf seiner der zweiten elektrischen Maschine 32 zugewandten Stirnseite

offen und auf seiner dem Drehschwingungsdämpfer 25 zugewandten Seite über einen radial nach innen ragenden Steg mit einer Hohlwelle 17 drehfest verbunden, welche an ihrem dem Leistungsverzweigungsgetriebe 12 zugewandten Ende auf der offenen Strinseite des Rotors 14 mit dem Sonnenrad 13 versehen ist und auf welcher der Stator der ersten elektrischen Maschine 28 gelagert ist. Das Leistungsverzweigungsgetriebe 12 befindet sich zwischen Teilen der ersten elektrischen Maschine 28 und Teilen der zweiten elektrischen Maschine 32. Das Leistungsverzweigungsgetriebe 12 ist vorzugsweise mindestens teilweise axial innerhalb der ersten elektrischen Maschine 28 und/oder der zweiten elektrischen Maschine 32 angeordnet. Das Parksperrenrad 30 befindet sich zwischen dem Leistungsverzweigungsgetriebe 12 und Teilen der zweiten elektrischen Maschine 32.

[0018] Die Statoren 40 und 42 der ersten elektrischen Maschine 28 und der zweiten elektrischen Maschine 32 haben Halteabschnitte 41 bzw. 43, durch welche sie durch die offenen Stirnseiten ihrer Rotoren hindurch mit dem Gehäuse 10 drehfest verbunden sind.

[0019] Bei allen drei elektrischen Maschinen 28, 32 und 33 sind die Rotoren 14 bzw. 15 bzw. 16 Außenläufer, d. h. radial außerhalb ihrer Statoren angeordnet, um eine ausreichend gute Wärmeabfuhr in dem thermisch schwierigen Umfeld nahe eines Verbrennungsmotors in einem Kardantunnel oder in einem anderen engen Raum zu gewährleisten.

[0020] Die radial innerhalb der Rotoren angeordneten Statoren 40 bzw. 42 bzw. 46 sind mit Kühlflüssigkeitskanälen 48 zur Kühlung mit Kühlflüssigkeit versehen. Die Zufuhr und Abfuhr der Kühlflüssigkeit erfolgt für die erste elektrische Maschine 28 und die zweite elektrische Maschine 32 gemeinsam über eine Gehäusesteifuge 50 des Gehäuses 10. Die Kühlflüssigkeitskanäle 48 der dritten elektrischen Maschine 33 werden separat mit Kühlflüssigkeit versorgt.

[0021] Der Stator 46 der dritten elektrischen Maschine 33 ist durch die offene Strinseite ihres Rotors 16 hindurch mittels eines Halteabschnittes 54 an dem Gehäuse 10 drehfest befestigt.

[0022] Die als Außenläufer ausgebildeten Rotoren 14, 15 und 16 der drei elektrischen Maschinen 28, 32 und 33 kühlen sich selbst teilweise über den zwischen ihnen und ihrem Stator gebildeten Luftspalt und teilweise durch Ventilation mit dem Gehäuse 10.

[0023] Damit auch im Stillstand des Kraftfahrzeuges (Kraftfahrzeug fährt nicht) die erste elektrische Maschine 28 von dem an die Eingangswelle 26 angeschlossenen Hauptmotor (Verbrennungsmotor) angetrieben werden kann, um als Generator Strom in einen elektrischen Energiespeicher (Traktionsbatterie oder Bordbatterie des Fahrzeuges) laden zu können, ist eine von der Drehzahl der Abtriebswelle 31 unabhängige elektrische Ölpumpe 34 zur Zufuhr von Öl oder anderer Schmierflüssigkeit zu dem Leistungsverzweigungsgetriebe 12 vorgesehen. Die elektrische Ölpumpe 34 saugt aus einem Gehäuseölsumpf 56 über einen Filter 35 Schmierflüssigkeit und fördert diese Schmierflüssigkeit auf der Pumpendruckseite in einen hohl gebohrten Abschnitt 58 der Abtriebswelle 31, von wo die Schmierflüssigkeit bzw. das Öl in einen entgegengesetzt hohl gebohrten Abschnitt 60 der Eingangswelle 26 weitergeleitet wird und dort über Querbohrungen 62 zu einem Fangblech 64 gelangt, welches am Planetenträger 27 des als Planetengetriebe ausgebildeten Leistungsverzweigungsgetriebes 12 vorgesehen ist.

[0024] Zwischen einer Ölförderkammer der Ölpumpe 34 und ihrem elektrischen Antriebsmotor 66 befindet sich eine Dichtung und ein Leckstrom-Abflußkanal zu dem Sumpf 56, welcher den Elektromotor 66 vor Überflutung mit Schmierflüssigkeit (Öl) bewahrt.

[0025] Die Eingangswelle 26 und die Abtriebswelle 31

sind axial hintereinander angeordnet. Die elektrischen Maschinen 28, 32 und 33 sowie das Planetengetriebe 12 sind coaxial um die Rotationsachsen dieser Wellen 26 bzw. 31 angeordnet.

[0026] Die zweite elektrische Maschine 32 und die dritte elektrische Maschine 33 sind entgegengesetzt zueinander angeordnet. Die erste elektrische Maschine 28 kann als Anlasser für einen Verbrennungsmotor dienen. Alle drei elektrischen Maschinen 28, 32 und 33 sind unabhängig voneinander. Damit ist die Baueinheit oder Hybridbox 21 leicht adaptierbar an unterschiedliche elektrische Antriebsleistungen, Baugrößen und Bauformen einer Vielzahl von verschiedenen Fahrzeugtypen. Die elektrischen Maschinen 28, 32 und 33 können unterschiedliche Durchmesser und unterschiedliche axiale Längen haben. Für trichterartig enger werdende Kanäle, wie beispielsweise Kardantunnel von kleinen Fahrzeugen, kann die dritte elektrische Maschine 33 einen kleineren Durchmesser als die zweite elektrische Maschine 32 haben. Auch kann die dritte elektrische Maschine 33 vollständig weggelassen werden. Jede der beiden elektrischen Maschinen 32 und 33 kann in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen des Kraftfahrzeuges wahlweise oder automatisch abgeschaltet oder zugeschaltet werden, um wahlweise die eine oder die andere oder beide elektrischen Maschinen 32 und/oder 33 als Generator oder als Elektromotor zu benutzen. Dadurch kann der Wirkungsgrad bei Teillastbetrieb verbessert werden.

[0027] Das Gehäuse 10 hat vorzugsweise einen im wesentlichen kreisrunden Außenumfang, eine wesentlich größere Länge als Durchmesser, und vorzugsweise auch eine zur Abtriebsseite hin im Durchmesser kleiner werdende Form. Dadurch ist das Gehäuse 10 insgesamt relativ schlank.

[0028] Das Parksperrenrad 30 ist vorzugsweise über einen Dämpfer oder eine Überlast-Rutschkupplung mit der Abtriebswelle 31 verbunden, damit es bei schweren Drehmomentstößen von den relativ schweren Rotoren 15 und 16 der zweiten elektrischen Maschine 32 und der dritten elektrischen Maschine 33 nicht beschädigt wird, wenn das Parksperrenrad 30 in Sperrstellung mit einem nicht-rotierbaren Teil gebracht wird, bevor das Kraftfahrzeug vollständig steht, beispielsweise mit noch bis zu 4 km/h rollt.

[0029] Bei der Ausführungsform von Fig. 1 können die Rotoren 15 und 16, ähnlich wie bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform, durch eine Überlastkupplung und/oder durch Drehschwingungsdämpfer 86, 87 mit der Abtriebswelle 31 verbunden sein bzw. schwingungsmäßig von dieser abgekoppelt werden, um auch bei Resonanz-Drehstößen, z. B. bei scharrenden bzw. schwingend rutschenden Antriebsrädern des Kraftfahrzeuges, Defekte zu vermeiden. Ein solcher Überlastschutz 86, 87 der Rotoren 15 und 16 der beiden weiteren elektrischen Maschinen 32 und 33 kann mit der Vorrichtung des Parksperrenrades 30 baulich kombiniert werden.

[0030] Kabelanschlußmittel 36 und 37 für die elektrischen Maschinen 28, 32 und 33 verlaufen im wesentlichen parallel zur Kontur des Gehäuses 10 bzw. des Kardantunnels 22 wie dies Fig. 1 zeigt. Die Kabel dieser Kabelanschlußmittel 36 und 37 sind mit elektrischen Leistungsumrichtern (nicht dargestellt) in Verbindung, welche von einem zentralen Ansteuergerät (nicht dargestellt) des betreffenden Fahrzeuges angesteuert werden und welche auch mit dem Energiespeicher (eine oder mehrere Batterien für die Fahrzeugtraktion und/oder für die elektrische Bordnetzversorgung) verbunden sein können.

[0031] Fig. 2 zeigt eine Variante. Das Gehäuse 10 weist Gehäusesteifungen 50 auf, welche so gestaltet sind, daß in modularer Bauweise ein Zwischengehäuse 68 in axialer

Nähe zu dem Planetengetriebe 12 bzw. dem Parksperrenrad 30 zwischen benachbarte Gehäuseteile 70 und 72 des Gehäuses 10 eingesetzt und beispielsweise durch Verschraubung befestigt werden kann. In diesem Zwischengehäuse 68 ist ein Seitenabtriebsgetriebe 74 untergebracht, welches von der Abtriebsseite bzw. dem Hohlrad des Leistungsverzweigungsgetriebes 12 antreibbar ist zum Antrieb einer parallel zur Rotationsachse 76 der Eingangswelle 26 und der Abtriebswelle 31 sich nach vorne (oder nach hinten) erstreckenden Kardanwelle 78 für den Antrieb von weiteren Fahrzeugrädern (Allradantrieb), welche nicht bereits von der Abtriebswelle 31 über einen an ihrem Abtriebsende vorgesehenen Anschlußflansch 80 angetrieben werden. Anstelle oder zusätzlich zu der Kardanwelle 78 können von dem Seitenabtriebsgetriebe 74 andere Nebenabtriebe angetrieben werden, beispielsweise auch Arbeitsgeräte oder Arbeitsmaschinen, wie sie in Kommunalfahrzeugen oder Rettungsfahrzeugen benötigt werden.

[0032] Das Seitenabtriebsgetriebe 74 kann ein festes oder steuerbar variables Übersetzungsverhältnis haben, und starrer Abtrieb sein oder ein Differentialgetriebe oder ein weiteres Leistungsverzweigungsgetriebe, beispielsweise Planetengetriebe, enthalten. Auf diese Weise ist auch ein permanenter Allradantrieb möglich. Das Seitenabtriebsgetriebe 74 ist vorzugsweise nicht direkt mit der Abtriebswelle 31 antriebsmäßig verbunden, sondern mit einem Wellenteil 82, welcher mit der Abtriebsseite bzw. dem Hohlrad des Leistungsverzweigungsgetriebes 12 antriebsmäßig verbunden ist und über eine schaltbare Kupplung 84 mit der axial dazu angeordneten Abtriebswelle 31 verbindbar bzw. wahlweise trennbar ist. Eine solche Kupplung 84 ist insbesondere bei Kommunalfahrzeugen und Rettungsfahrzeugen zum Antrieb von Nebenabtrieben wichtig, wenn das Fahrzeug und damit auch die Abtriebswelle 31 steht.

[0033] Die Ausführungsform nach Fig. 3 ist identisch mit der Ausführungsform nach Fig. 1 und enthält die folgenden zusätzlichen Elemente: Sicherheitsrutschkupplungen oder Drehschwingungsdämpfer 86 bzw. 87, über welche die Abtriebswelle 31 mit den Rotoren 15 bzw. 16 der zweiten elektrischen Maschine 32 bzw. der dritten elektrischen Maschine 33 verbunden oder verbindbar ist; eine schaltbare Kupplung 88 zur wahlweisen Direktverbindung der Eingangswelle 26 mit der Abtriebswelle 31, wobei das Leistungsverzweigungsgetriebe bzw. Planetengetriebe 12 überbrückt wird; und eine Bremse 90 zwischen dem Sonnenrad 13 des Planetengetriebes 12 und dem Rotor 14 der ersten elektrischen Maschine 28 einerseits und dem Gehäuse 10 andererseits zum Abbremsen und/oder Blockieren des Sonnenrades und des Rotors.

[0034] Wenn bei stehendem Fahrzeug und damit auch nicht-rotierender Abtriebswelle 31 der Hauptmotor 92 bzw. Kraftfahrzeug-Antriebsmotor läuft, rotiert der Planetenträger 27 mit der Drehzahl der Kurbelwelle 24. Damit dies möglich ist, obwohl die Abtriebswelle 31 und damit auch das Hohlrad 29 stehen, muß das Sonnenrad 13 zusammen mit dem Rotor 14 der ersten elektrischen Maschine 28 frei drehbar sein. Wenn jedoch im hohen Geschwindigkeitsbereich des Kraftfahrzeuges die Abtriebswelle 31 mit hoher Drehzahl rotiert, dann sollte das Sonnenrad 13 und der mit ihr verbundene Rotor stehen, was ein hohes Stützmoment erforderlich macht. Dieses hohe Stützmoment kann entweder elektromagnetisch durch die erste elektrische Maschine 28 oder stromsparend durch Betätigen bzw. Schließen der Bremse 90 erzeugt werden. Die Bremse 90 kann auch als Sicherheitsbremse gegen Überdrehen des Sonnenrades 13 und des mit ihr verbundenen Rotors 14 der ersten elektrischen Maschine 28 verwendet werden. In diesem Falle ist eine automatische Brems-Betätigungsverfahren, vorzugsweise

eine Fliehkraftbetätigungsverfahren vorgesehen, wenn die Drehzahl des Sonnenrades 13 in einen explosionsgefährlich hohen Bereich hochgetrieben wird. Die Gefahr eines solchen Hochtreibens entsteht beispielsweise dann, wenn bei hoher Fahrzeuggeschwindigkeit und damit hoher Drehzahl der Abtriebswelle 31 die Drehzahl der Eingangswelle 26 plötzlich stark abfällt, beispielsweise bei hoher Fahrzeuggeschwindigkeit die Zündung des Fahrzeuges abgeschaltet oder der Hauptmotor 92 wegen Brennstoffmangel oder Zünddefekt ausfällt und dabei ein starkes Bremsmoment erzeugt.

[0035] Im Rahmen der Beschreibung verwendete Ausdrücke "antriebsmäßig verbunden oder verbindbar" bedeutet drehfest miteinander verbunden oder miteinander kuppelbar. Gemäß besonderen Ausführungsformen der Erfindung ist das Leistungsverzweigungsgetriebe 12 und/oder eine der elektrischen Maschinen 28, 32, 33 ganz oder teilweise in einem inneren Hohlraum einer anderen dieser elektrischen Maschinen untergebracht. Dadurch kann Bauraum gespart und der Hybridantrieb kleiner gebaut werden.

#### Patentansprüche

1. Hybridantrieb für Kraftfahrzeuge, enthaltend eine von einem Fahrtriebs-Hauptmotor antreibbare Eingangswelle (26), eine dazu axiale Abtriebswelle (31), mindestens zwei koaxial zur Rotationsachse der beiden Wellen angeordnete elektrische Maschinen (28, 32, 33), von welchen mindestens eine alternativ als Generator oder als Elektromotor betreibbar ist, mindestens ein koaxial zu der Rotationsachse der beiden Wellen angeordnetes Leistungsverzweigungsgetriebe (12) als Antriebsverbindung zwischen der Eingangswelle (26), mindestens einer der elektrischen Maschinen und der Abtriebswelle (31), dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei der elektrischen Maschinen (28, 32, 33) als Außenläufer ausgebildet sind, deren Rotoren (14, 15, 16) eine offene Stirnseite, durch welche ein Halteabschnitt (41, 43, 54) ihrer Statoren (40, 42, 46) hindurchragt zur nicht-rotierbaren Positionierung der Statoren, und eine Verbindungs-Stirnseite aufweisen, auf welcher ein Antriebsverbindungsteil der Rotoren sich radial bis vor eine Stirnseite des zugehörigen Stators erstreckt, und daß die mindestens zwei elektrischen Maschinen (28, 32, 33) je entgegengesetzt zueinander angeordnet sind, so daß je entweder zwei offene Stirnseiten oder zwei mit einem Antriebsverbindungsteil versehene Stirnseiten der Rotoren (14, 15, 16) einander axial gegenüberliegen, und daß das Leistungsverzweigungsgetriebe (12) auf derjenigen Seite einer (32) der elektrischen Maschinen angeordnet ist, auf welcher sich deren offene Stirnseite und die Eingangswelle (26) befinden.

2. Hybridantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren (15, 16) von den mindestens zwei elektrischen Maschinen (32, 33) mit der Abtriebswelle (31) antriebsmäßig verbunden oder verbindbar sind, und daß ihre Verbindungs-Stirnseiten einander gegenüberliegend angeordnet sind, so daß ihre offenen Stirnseiten voneinander weg zeigen.

3. Hybridantrieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine mit dem Leistungsverzweigungsgetriebe (12) verbundene erste der elektrischen Außenläufer-Maschinen (28) um die Eingangswelle (26) herum angeordnet ist, daß mindestens eine zweite der elektrischen Außenläufer-Maschinen (32, 33) entgegengesetzt zur ersten elektrischen Maschine (28) um die Abtriebswelle (31) herum angeordnet ist, und daß

der Rotor (15, 16) der zweiten elektrischen Maschine (32, 33) mit der Abtriebswelle (31) antriebsmäßig verbunden oder verbindbar ist.

4. Hybridantrieb nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf der von der ersten elektrischen Maschine (28) axial abgewandten Seite der zweiten elektrischen Maschine (32) eine dritte der elektrischen Maschinen (33) um die Abtriebswelle (31) herum angeordnet ist, deren Rotor (46) mit der Abtriebswelle (31) antriebsmäßig verbunden oder verbindbar ist.

5. Hybridantrieb nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren (14, 15) der ersten elektrischen Maschine (28) und der zweiten elektrischen Maschine (32) gegeneinander gerichtete offene Stirnseiten haben, durch welche die Halteabschnitte (41, 43) ihrer Statoren (40, 42) zur nicht-rotierbaren Positionierung dieser Statoren hindurchragen.

6. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Statoren (40, 42, 46) der elektrischen Maschinen (28, 32, 33) Kühlflüssigkeitskanäle (48) aufweisen.

7. Hybridantrieb nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in einem axialen Zwischenraum zwischen den Rotoren (14, 15) der ersten elektrischen Maschine (28) und der zweiten elektrischen Maschine (32) Mittel (41, 43) zur Zufuhr und Abfuhr von Kühlflüssigkeit für die Kühlflüssigkeitskanäle (48) in deren Statoren (40, 42, 46) vorgesehen sind.

8. Hybridantrieb nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Leistungsverzweigungsgetriebe (12) axial zwischen Teilen der ersten elektrischen Maschine (28) und der zweiten elektrischen Maschine (32) angeordnet ist.

9. Hybridantrieb nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte elektrische Maschine (33) ein Außenläufer ist, daß ihr Rotor (16) eine von der zweiten elektrischen Maschine (32) axial weg zeigende offene Stirnseite und eine axial zur zweiten elektrischen Maschine (32) zeigende Strinseite hat, welche letztere mit der Abtriebswelle (31) antriebsmäßig verbunden oder verbindbar ist, und daß ihr Stator (46) zu seiner nicht-rotierbaren Positionierung einen durch die offene Stirnseite seines Rotors (16) hindurch gehenden Abschnitt aufweist.

10. Hybridantrieb nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur wahlweisen Rotations-Blockierung der Abtriebswelle (31) ein Parksperrenrad (30) dieser Abtriebswelle (31) axial zwischen dem Leistungsverzweigungsgetriebe (12) und einem Teil der zweiten elektrischen Maschine (32) angeordnet ist.

11. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Leistungsverzweigungsgetriebe (12) und/oder eine der elektrischen Maschinen (28, 32) ganz oder teilweise in einem Hohlraum von einer anderen der elektrischen Maschinen (28, 32) angeordnet sind.

12. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Leistungsverzweigungsgetriebe (12) ein mindestens einstufiges Planetengetriebe ist.

13. Hybridantrieb nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangswelle (26) mit einem Planetenträger (27), die Abtriebswelle (31) mit einem Hohlrad (29), und der Rotor (14), der einen elektrischen Maschine (28) mit einem zentralen Sonnenrad (13) des Planetengetriebes (12) antriebsmäßig verbunden oder verbindbar ist.

14. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (14) der betreffenden elektrischen Maschine, welcher mit dem Leistungsverzweigungsgetriebe (12) antriebsmäßig verbunden ist, mit einer Bremse (90) zum Bremsen oder Blockieren des Rotors und des mit ihm verbundenen Teiles (13) des Leistungsverzweigungsgetriebes (12) versehen ist.

15. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Versorgung des Leistungsverzweigungsgetriebes (12) mit Schmierflüssigkeit aus einem Schmierflüssigkeits-Sumpf (56) eine Flüssigkeitspumpe (34) mit einem eigenen Elektromotor vorgesehen ist.

16. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er als eine Baueinheit ausgebildet ist, deren Teile in einem länglichen, schlanken Gehäuse (10) untergebracht sind, in welchem die Statoren (40, 42, 46) der elektrischen Maschinen (28, 32, 33) nicht-rotierbar angeordnet sind und die Abtriebswelle (31) drehbar gelagert ist.

17. Hybridantrieb nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gehäuse (10) Raum für drei der elektrischen Maschinen (28, 32, 33) vorhanden ist, welche in einer Linie axial zueinander positionierbar sind.

18. Hybridantrieb nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (10) im axialen Bereich zwischen der ersten elektrischen Maschine (28) und der zweiten elektrischen Maschine (32) mindestens eine Teilungsebene (50) quer zur Axialrichtung hat.

19. Hybridantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von der Abtriebsseite (29) des Leistungsverzweigungsgetriebes (12) ein Nebenabtrieb (68, 74, 78) abzweigt.

20. Hybridantrieb nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (10) ein Zwischengehäuseteil (68) aufweist, durch welches ein Nebenabtrieb (74, 78) sich aus dem Gehäuse (10) heraus erstreckt.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

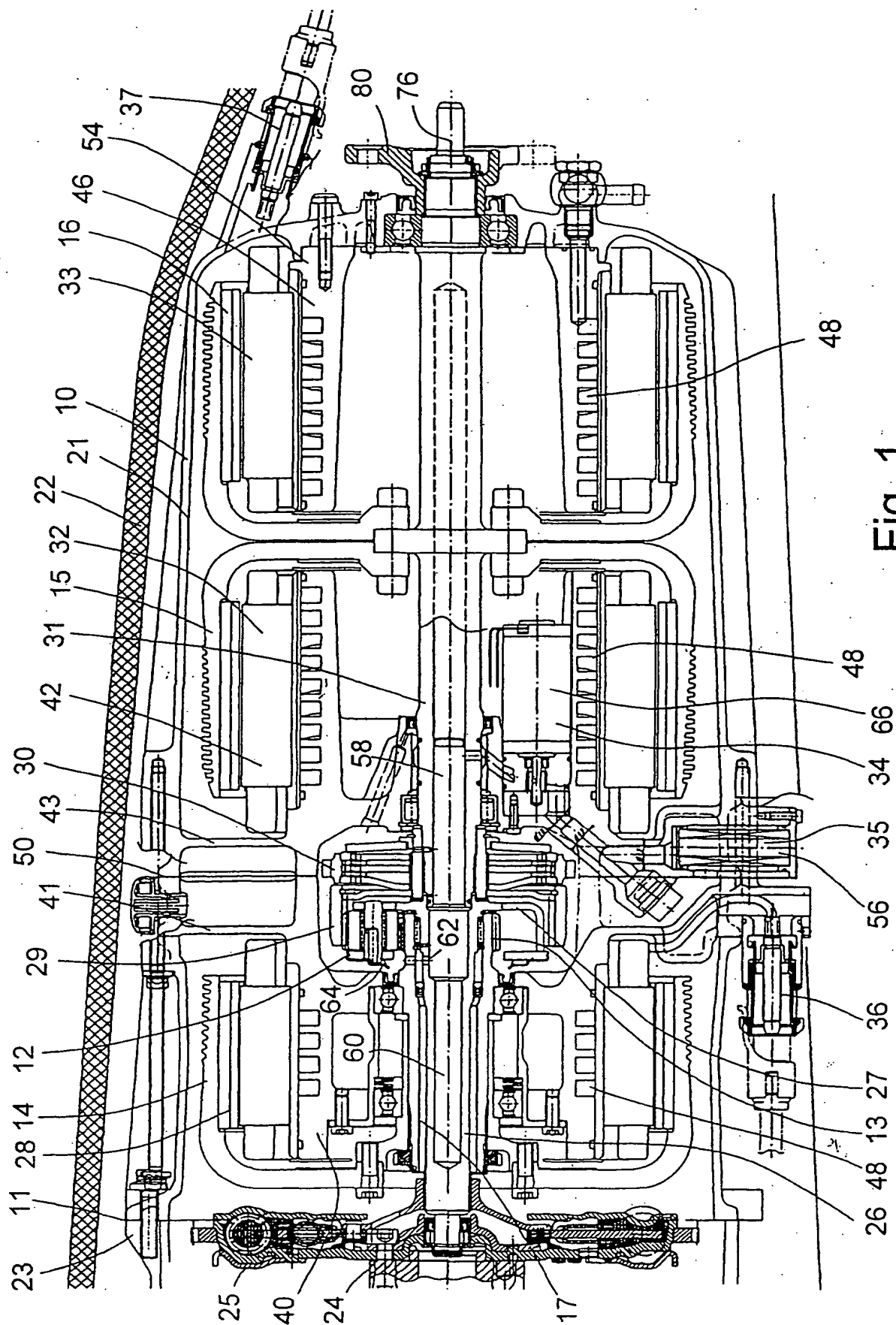


Fig. 1

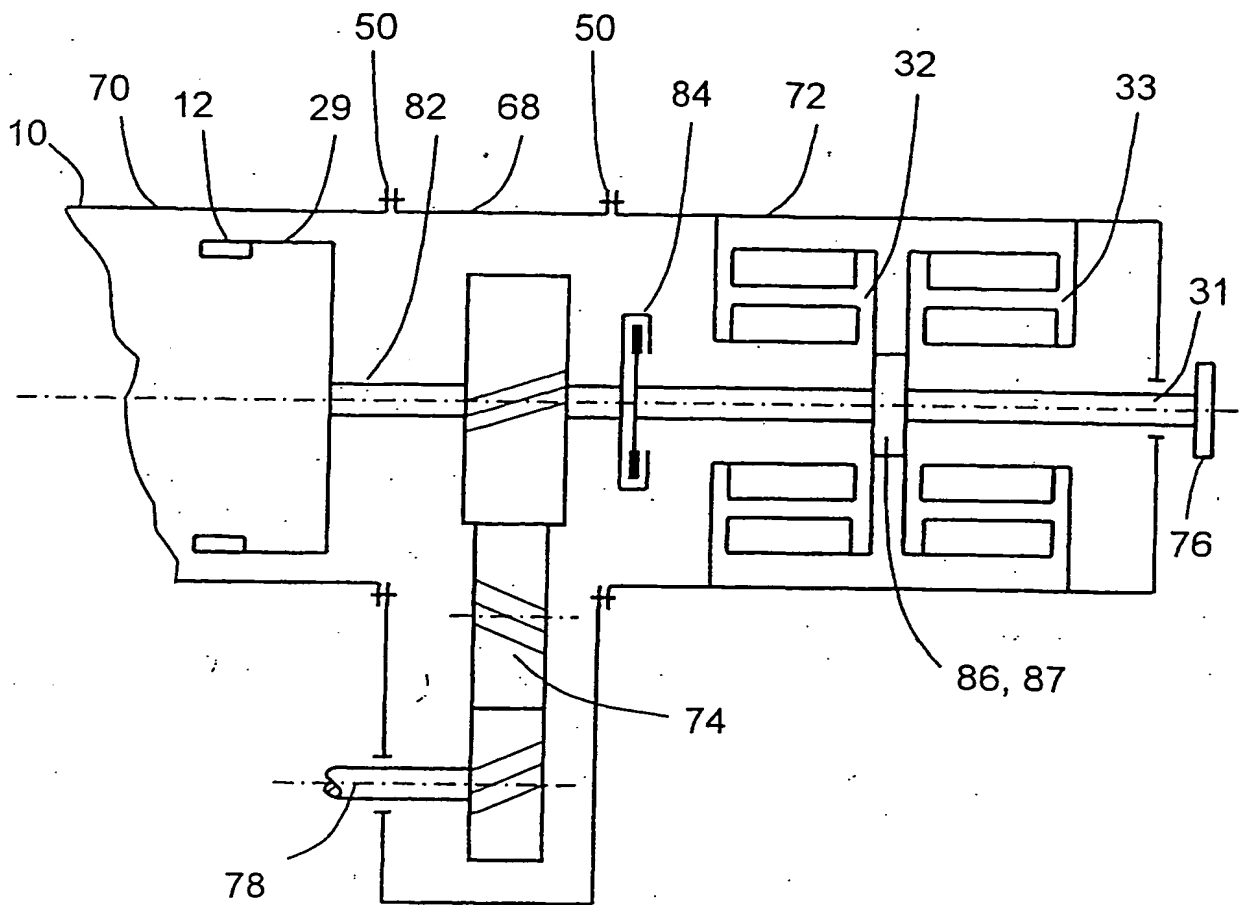


Fig. 2

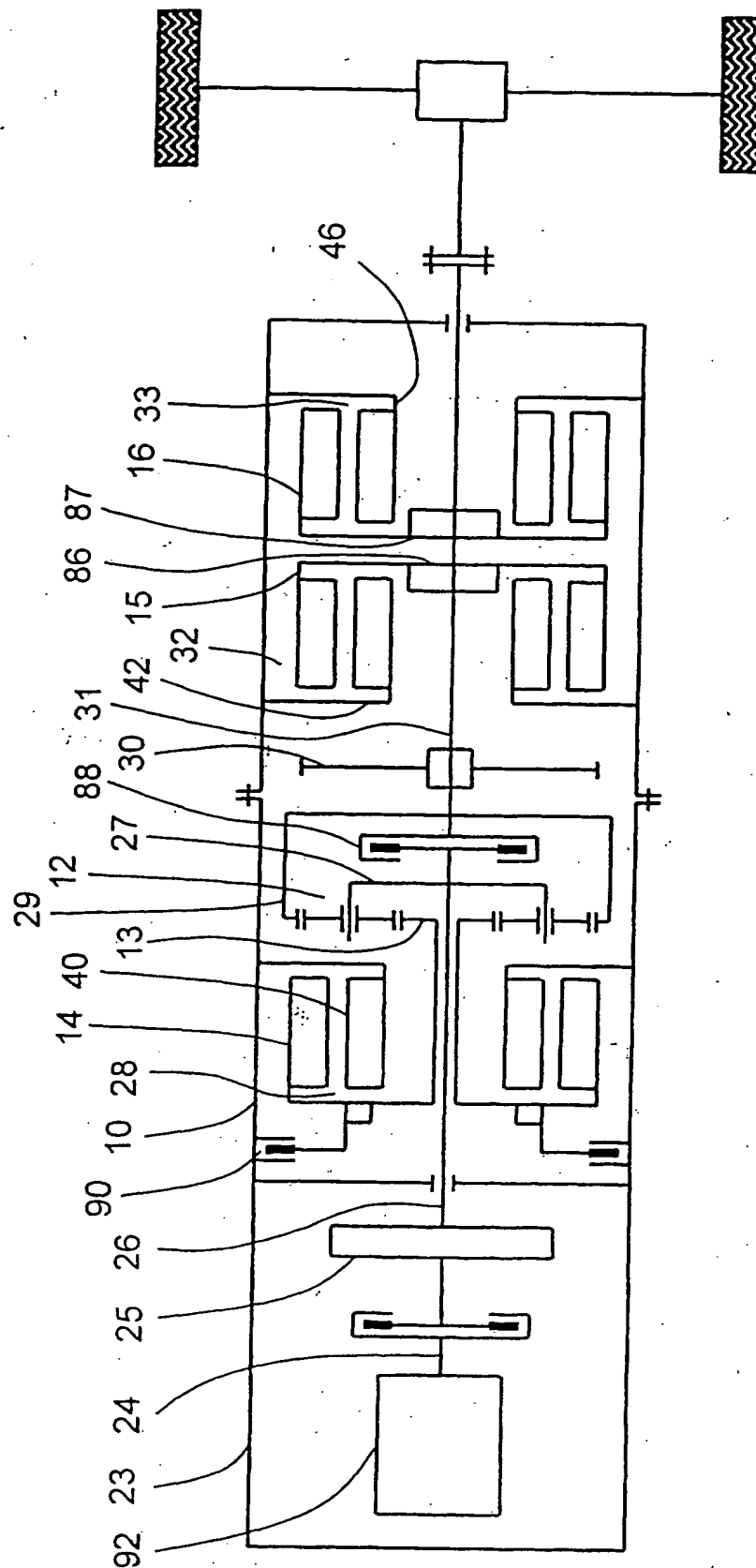


Fig. 3